多级学科视角下我国在线学术社交模式实证研究：以科学网为例*

段庆锋 冯珍
山西财经大学管理科学与工程学院 太原 030006

摘要：[目的/意义]在线学术社交为快速监测和深入理解学科发展态势及科学启示提供了有效途径与新颖视角。[方法/过程]提出基于学术社交的学科分析框架，在跟踪学科间关联轨迹基础上，从影响力和跨学科性二个维度开展学科比较，以从多级学科视角揭示我国学术社交模式。以科学网为对象，聚焦于好友关系，分别从学科分类的三个层级（学科领域、一级学科、二级学科）开展实证研究。[结果/结论]通过描述性统计分析，发现生命科学领域具有社交规模优势，而管理综合领域具有社交强度优势；结合统计分析与桑基图展示，发现以计算机科学为核心的相关一级学科群组（如自动化、电子学与信息系统、管理科学与工程、图书馆情报与文献学）成为社交网络的热门；通过二维象限图，发现学术社交模式在多学科粒度切换中展现出多样化、动态化特征，仅有少数模式能够保持稳定性，比如管理综合领域呈现高跨学科倾向，生命科学领域呈现出低影响力，计算机科学呈现高影响力。

关键词：在线学术社交 多级学科 科学网
分类号：G253
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2019.06.011

1 引言

学科认知是科学发展及管理的重要基础。传统的科学监测及评估建立在科学文献基础之上，具有信息滞后、数据类型单一等局限；然而，社交网络兴起背景下，科研活动日益嵌入在线社交网络，更加丰富多元的数据环境为把握科学趋势特征提供了新可能。一方面，科研人员通过在线社交网络的连接能力及网络效应获得科研助力与赋能，形成集成知识分享、关系扩展、个体交互的个体科研行为新模式[1]；另一方面，科研人员的所有在线社交行为、观点、态度都被社交网络平台所记录、存储、计算、应用，形成蕴含丰富内涵的学术社交大数据[2-3]。可见，学术社交平台精确地记录了科研行为轨迹，为快速、低成本地把握学科格局、感知前沿动态提供了更加多元的数据基础和分析工具。

将社交大数据应用于学科分析的研究近年开始受到学界关注。该领域研究具有鲜明的数据驱动逻辑特征，而不同研究样本分析得到的结论可能存在较大程度差异。国外有关研究主要建立在少数典型学术社交网站的基础上，如Mendeley、Research Gate、Academia[4]等，另外Google Scholar、Tweeter等也常被用作基准以用于相互的比较[5]，其中Mendeley应该是被研究最多的平台。进一步，不同社交平台、不同社交类型都可能表现出不同学科特征。例如，J. S. Oh和J. Wei[6]发现Mendeley讨论组中人文学科（艺术、文学和法律）用户比例最低，而计算机科学用户比例最高；而J. Jiang等[7]发现人文学者却比其他学科拥有更多的粉丝（followers）；W. Jeng等[8]发现对Mendeley的使用并不存在显著的学科差异性，而E. Mohammadi和M. Thelwall[9]却发现在读者数和引文相关性方面，社会科学用户比人文科学用户表现更显著。其他学术社交网站的研究也呈现多样的结果，如M. Thelwall和K. Kousha[10]发现Research Gate平台的人文社会、医学学

* 本文系山西省高等学校哲学社会科学研究基地项目“山西省煤基低碳产业创新链技术预测研究”（项目编号：2016325）和山西软科学项目“山西省战略新兴产业技术创新潜力及研发方向研究”（项目编号：2017041003-1）研究成果之一。
作者简介：段庆锋（ORCID：0000-0002-8008-5563），副教授，博士，E-mail：dqf01@sina.com；冯珍（ORCID：0000-0002-9879-8721），教授，博士。
收稿日期：2018-08-12 修回日期：2018-10-13 本文起止页码：85-96 本文责任编辑：易飞

科用户活跃偏低,类似地,耿斌和孙建军[11]则发现理工学科用户表现出更高的社交活跃度;邓胜利和向阳[12]研究发现地球与地理科学、化学和环境科学等学科用户在 Mendeley 和 Research Gate 中表现出较高的一致性。针对国外社交平台的研究说明对于学术社交的学科模式仍缺乏共识,有必要进一步开展系统性研究。

针对我国学术社交的研究亦取得初步成果。尤其,以科学网[13]、小木虫[14]为实证对象的研究具有代表性,例如段庆锋[15]基于科学网实证发现管理相关学科表现出更强烈的学术社交倾向,信息学科用户在学术社交网络中展现出较强的影响力。总之,这些研究对于把握我国科学发展的本土化情境特征是极具价值的,但也说明仍存在较大研究空间,比如研究的深度及系统性略显不足,尤其以学科为切入点的研究较少。

纵观上述文献,虽然初步揭示了不同学科的学术社交特征,但仍存在下述不足:①针对国内学术社交平台的研究不充分,可能导致难以及时把握社交网络背景下我国学者科研活动新规律,不利于形成适用于我国学科发展情境的理论基础与证据支撑;②忽视了学科间的关联性,不清楚哪些学科之间更倾向于形成社交关系,不利于理解科学发展的跨学科趋势;③忽视了学科的多层次特征,还未有文献系统地比较不同层面学科所展现出的社交倾向差异,而这种不同学科层面比较有助于形成更加全面、信服的结论。

为了弥补上述研究缺口,本文以科学网为例开展实证分析,从多级学科视角揭示我国学者的社交倾向及背后科学启示。主要关注以下基本问题:①我国学者在社交行为的基本学科格局特征及比较差异是什么?尤其聚焦于学科间的跨学科关联倾向以及相互影响力,这两个方面是识别学科社交模式的关键维度;②学科分类的不同层面上,展现的社交格局是否具有一致性?因为宏观、中观、微观层面的结论能够相互支撑和补充,多粒度比较有助于理解学科动态的系统复杂性。

2 研究设计

2.1 样本选择及数据来源

选择科学网作为分析对象,主要原因在于:①样本典型性,科学网是国内最为主流的学术社交网站之一,具有官方权威性、高用户覆盖度,适合于揭示我国学术社交全貌特征;②可对比性强,国内学术社交网站中,科学网是被最多文献深入研究的对象之一,既为本研究提供了经验借鉴,也便于开展直接比较。

数据源于科学网博客栏目网页,采用 Python 编写爬虫工具,抓取学术社交元数据,并通过数据清洗及处理流程,得到定制化数据集。抓取策略为:按照三级学科目录结构,递归抓取每个学科下的所有用户列表,然后依次获取每个用户的博客页面,从中抽取出所需信息。后续分析所需的元信息主要包括:用户名、好友及学科。抓取时间为 2017 年 1 月,经过数据清洗及预处理,共获得 42 716 名博客用户有效数据。

2.2 分析思路及框架

有关文献指出学术社交具有两面性,社交行为背后存在强烈的学术动机[16]。例如,科学网的点赞、评论、推荐都是源于用户对博客内容的兴趣、赞同、反对等,而这些聚焦于科技话题的内容无疑是驱动社交行为的关键;还有用户间的关注、好友行为,更反映了通过稳定社交关系获得定向学术动态及资源的新型科研模式[17]。可见,学术社交行为与科学发展动态之间存在很大程度的关联性,通过前者有助于把握后者的内涵特征,这是本文研究的逻辑依据和基本出发点。

从基本问题出发开展研究,即每个学科存在什么样的学术社交倾向,以及不同学科的社交模式存在什么样差异性。基于此,提出本文研究框架,如图 1 所示,一是从学科间二元社交关系入手,通过描述性统计分析及可视化工具,刻画并展示学科间社交关系的分布规律,发现学科间的关联性;二是从社交影响力和跨学科性两个维度,构建二维象限图,比较并分类社交模式的学科差异。

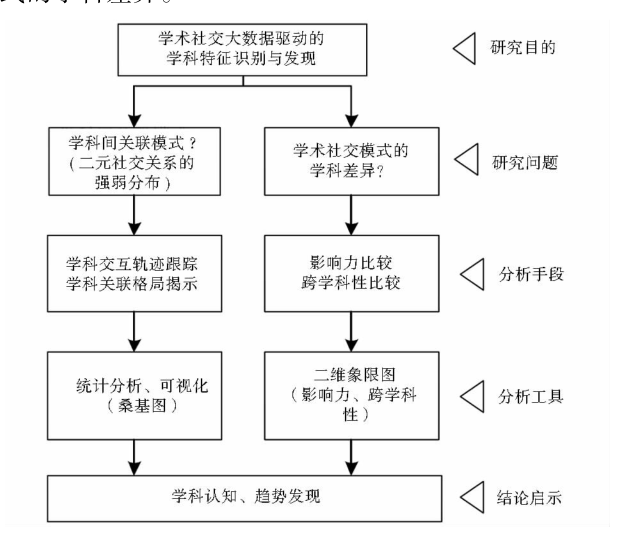


图 1 研究框架

值得注意的是学科是研究的核心对象。科学网将学科分类为三级(学科领域、一级学科、二级学科),所

段庆锋, 冯珍. 多级学科视角下我国在线学术社交模式实证研究:以科学网为例[J]. 图书情报工作,2019,63(6):85-96.

有学科被分类在6个领域,包括生命科学、工程材料、信息科学、地球科学、数理科学、管理综合,其中一级学科有54个,二级学科有614个。将其与教育部2018年最新公布的《学位授予和人才培养学科目录》相比较,虽然存在差别,但基本具有较高一致性。

另外,多级学科分类也是研究的关键视角。本文中所有实证分析都分别从科学网的三级学科架构分级开展,这样可以从宏观、中观、微观的不同学科粒度,考察学术社交模式。多学科粒度提供了研究优势,微观视角便于精细刻画学术社交的学科特质,宏观视角便于整体把握学科关系格局,中观视角则兼顾前两者,便于发现内在逻辑。通过对多学科粒度分析结果的比较及整合,能够产生更为全面的结论。

本文关注于社交二元关系,其是分析指标(学术社交跨学科性、学术社交影响力)的计算依据,更是揭示社交模式的微观基础。在众多社交类型中,选择好友关系作为分析对象,主要原因在于:好友是一种强关系,意味着用户双方长期的相互关注,相比于基于单次热点事件而产生的弱关系(如点赞、评论),更适合于发现科学的稳定结构。如果某两个学科用户间存在高比例的好友,则可能反映这两个学科存在知识的依赖或交叉倾向,也暗示存在协同创新、科技合作的潜力。

2.3 关键技术

2.3.1 学术社交跨学科性 跨学科性是当今科学发展的重要趋势,受到众多学者关注。目前对于跨学科性的判定及度量大多通过学术成果发表的多学科归属状态来刻画[18-19]。本文情境下,跨学科性指不同学科用户间建立学术社交关系的倾向,反映了学术社交的学科外向程度。可以通过好友关系来刻画某学科的跨学科社交程度,具体地,将学科 i 的跨学科性 C_i 定义为:学科 i 用户的好友集合中不属于学科 i 的比例,如公式(1)所示:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1, j\neq 1}^{n} f_i(j)}{\sum_{j=1}^{n} f_i(j)} \qquad \text{式(1)}$$

其中,$f_i(j)$ 表示学科 i 用户的好友中,属于学科 j 的数量,n 表示所有学科数量;分子代表了学科 i 用户的跨学科好友数量,分母代表了学科 i 用户的全部好友数量。C_i 指标数值越大,说明学科 i 用户越倾向于与其他学科用户开展学术社交,否则相反。C_i 取值0到1之间;如果学术社交(好友)只局限于学科内部,则取最小值0;如果只选择其他学科用户,则取最大值1。

2.3.2 学术社交影响力 学术社交过程中,主体间通过信息传递、关系交织产生相互影响。聚焦于学术社交影响力的文献匮乏,研究较为成熟的是学术影响力或社交影响力,主要有两种思路:一是基于绝对数量规模的计量方法,如文献计量指标、替代计量指标[20];二是聚焦于主体间某种关系,通过互相比较来刻画相对重要程度,进而形成影响力指标[21]。张帅等发现学术社交平台用户活跃度普遍较低[22],而且本文也发现科学网中博客数、评论等指标都偏低,甚至存在大量零值情形,由此更适合采用第二种思路,即通过好友关系的结构分布来揭示学科影响力水平。思路为:某类型好友比例越大,则该类型群体对其影响也应该越大。比如,学科 C 用户的好友集合中,来自学科 A 和 B 的分别占到20%和25%,则学科A对学科C的影响应该小于学科B对C的影响。

学科 i 的社交影响力定义为:其对其他学科相对影响力的加权和,如公式(2)所示:

$$I_i = \sum_{j=1}^{n} W_j I_i(j) \qquad \text{式(2)}$$

其中,$I_i(j)$ 为学科 i 对学科 j 的相对影响力,W_j 为第 j 个学科的权重,n 为全部学科数量。如果学科 j 用户的好友中,以很高比例来源于学科 i,则说明学科 i 对学科 j 具有较高相对影响力,因为高比例的动态信息会由学科 i 通过好友关系传播到学科 j。由此,定义相对影响力 $I_i(j)$,如公式(3)所示:

$$I_i(j) = \frac{f_j(i)}{\sum_{k=1}^{n} f_j(k)} \qquad \text{式(3)}$$

其中,$f_j(i)$ 为学科 j 用户的好友属于学科 i 的数量,n 为全部学科数量;分母代表学科 j 用户的全部好友数量。公式(2)中权重反映了每个学科的重要性,这里通过建立好友关系的规模来刻画。假定向量 A 为 $[a_1, \cdots, a_j, \cdots, a_n]$,其中任意元素 a_j 为学科 j 用户的好友数量,共 n 个学科,将向量 A 归一化即得到权重向量 W,这里采用最小最大法。公式(2)中之所以对不同学科加权,是因为学科间存在差异性,考察影响力的逻辑在于:如果被学科 i 影响的学科 j 比较重要,则说明学科 i 也应该具有较高影响力。

通过公式定义,可知学科影响力由两部分决定:一是该学科对其他学科的相对影响力大小;二是被该学科影响的这些学科的重要程度。

2.3.3 基于二维象限图的模式分类 为了进一步凸显学科特征,分别以前述两个特征为坐标轴,以相应特征指标的均值为坐标系原点,构建象限图,如图2所示。一方面,影响力体现了学科在学术社交平台的地

位，大致划分为强势和弱势学科两大类，即如果学科的影响力指标 I 大于平均水平，则将该学科视为社交强势学科，否则为弱势学科。另一方面，跨学科性体现了用户学术社交的学科结构，可以划分为外向型和内敛型两种，即如果学科的跨学科性指标 C 大于平均水平，则将该学科视为外向型，否则为内敛型。由此，通过指标的两两组合，可以将学科粗略划分为 4 种社交模式，即外向强势型、内敛强势型、内敛弱势型、外向弱势型。

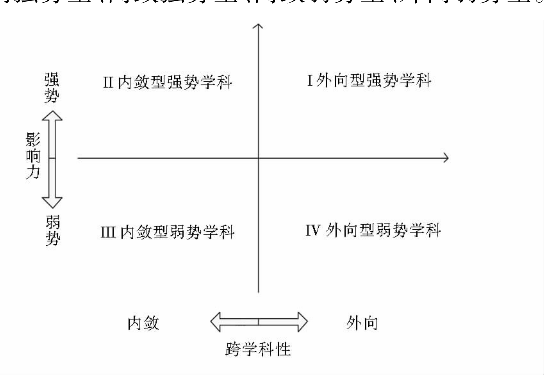


图 2 基于二维象限图的学科模式分类

3 结果分析

3.1 基本概况

针对科学网的 6 个学科领域，表 1 给出了整体学科结构及社交描述统计：①学科结构方面，信息科学和数理科学领域所含学科数量最少，而管理综合领域包含了大量学科，事实上该领域集合了国家学科目录中 8 个门类（哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、管理学、艺术学），基本包含了所有的文科类学科。②用户规模方面，按照表 1 中由上至下顺序，注册用户数量依次递减，生命学科领域规模最大，而管理综合领域规模最小，该格局基本上体现了我国学科人力资源配置。③社交关系方面，生命科学领域同样表现出了规模优势，具有最大数量的好友，占到全网好友关系的 20.6%，而地球科学领域则最低，占到 12.8%；人均好友方面，管理综合领域表现相当突出，每用户平均拥有约 12 个好友，而工程材料领域人均好友最少，约为 6 个。总之，值得注意的是，整体上生命科学领域在好友网络中表现出了绝对规模优势，而管理综合领域却表现出以用户规模少、人均好友多为特征的强烈社交倾向。

表 1 按学科领域划分的学术社交描述统计

领域	学科结构		用户规模		社交关系		
	一级学科数量(个)	二级学科数量(个)	注册用户数量(人)	注册用户占比	好友规模(人)	好友占比	人均好友
生命科学	8	119	9 961	23.3%	69 949	20.6%	7.0
工程材料	9	109	9 410	22.0%	55 357	16.3%	5.9
信息科学	***5***	***45***	8 210	19.2%	57 557	16.9%	7.0
数理科学	***5***	***45***	6 362	14.9%	59 506	17.5%	9.4
地球科学	5	63	4 402	10.3%	***43 453***	***12.8%***	9.9
管理综合	22	233	***4 370***	***10.2%***	54 076	15.9%	12.4

注：阴影部分表示相应指标取值最高者，斜体加粗部分表示相应指标取值最低者

以用户数和人均好友为依据，表 2 分别给出了一级学科和二级学科前 10 名列表。用户规模方面，不论是一级学科还是二级学科都集中于工科（数学学科除外），与我国以理工为主的学科布局特点相吻合。值得注意的是：计算机科学、计算机应用技术分别是一级学科和二级学科中科学网注册用户数量最大的学科，同时意味着形成了庞大的学科虚拟社区。人均好友方面，管理综合领域学科在一级学科前 10 名中占 7 名，二级学科前 10 名中占 4 名，反映了管理综合领域科研人员具有强烈的学术社交扩张行为，也从学科微观层面进一步支撑了表 2 的分析结果。

3.2 学科间关联模式

学科之间存在什么程度的社交关系是本研究关注的重要问题之一。根据好友关系数量，表 3 给出了排名前 10 的领域或学科二元组。学科领域视角下，二元组的好友数量分别排第 1、2、6、10 名，可以发现信息科学领域成为热门领域，与其他领域存在广泛而高强度的社交关联。另外，还存在一个热门领域，即管理综合，其出现在第 1、4、5、7 位的二元组中。虽然两者表现类似，但事实上背后存在不同的驱动力，即前者源于外在需求，后者源于内在动力，因为信息科学及技术获得了突破性成果和广泛应用，作为信息社会不可缺少的基本工具，能够在其他领域中获得最大程度共识；而管理综合领域由文科类学科组成，以复杂多元的社会系统为研究对象，研究对象外延的广泛性决定了该领域的丰富包容性，产生了与领域外学科广泛交互和深度交融的内在动力。

领域视角过于宏观，有必要进一步细分展开，以揭

表 2 分别按用户数和人均好友降序排列的学科前 10 名

用户规模（人）				人均好友（个）			
一级学科		二级学科		一级学科		二级学科	
计算机科学	3 259	计算机应用技术	1 190	宏观管理与政策	29.9	地球物理实验与仪器	108.0
物理学 I	2 228	凝聚态物性 II ：电子结构、电学、磁学和光学性质	1 101	历史学	27.4	科技管理与政策	60.5
地质学	2 033	控制理论与方法	752	文学	25.3	宏观经济管理与战略	41.5
电子学与信息系统	1 988	计算机软件	722	图书馆、情报与文献学	19.4	专门史	40.4
自动化	1 857	生物化学	645	生理学与整合生物学	19	环境地球化学	39.4
数学	1 794	生物大分子结构与功能	629	新闻学与传播学	17.7	风险管理技术与方法	34.5
生物物理、生物化学与分子生物学	1 699	光学	566	哲学	17.3	生理生态学	29.2
机械工程	1 668	通信理论与系统	516	地球化学	16	行为生态学	27.7
建筑环境与结构工程	1 552	信号理论与信号处理	504	管理学	15.5	景观与区域生态学	26.5
无机非金属材料	1 449	结构工程	446	物理学 II	13.5	零件成形制造	26.1

注：阴影部分为属于管理综合领域的学科

示更多关联细节。不论是一级学科还是二级学科，虽然表 3 仅给出了好友关系数量排前 10 的二元组，但从这些有限的典型个例中依然可以明显地发现：好友关系更倾向于发生在知识结构相近的学科之间，而且这种趋势随着学科粒度细化越发明显。例如，自动化和计算机科学之间的好友规模在一级学科组合中最高，事实上计算机科学学科研成果在自动化学科中具有广泛而深入的应用，反映了知识的紧密联系是开展学术社交的纽带。另外，在二级学科视角下，可以看到大量社交行为都发生于存在紧密渊源的学科之间，典型的如图书馆学和情报学之间的学科边界存在很大比例交集，具有较为接近的研究范式。总之，学科间知识相关性与学术社交倾向具有某种程度正向相关性，或者说学科间知识外延交集越多，越容易产生学术社交。

表 3 按好友关系降序排列的领域/学科二元组（前 10 名）

序号	学科领域（10/15 项）	一级学科（10/1 730 项）	二级学科（10/24 157 项）
1	（信息科学，管理综合）	（自动化，计算机科学）	（计算机应用技术，计算机软件）
2	（信息科学，数理科学）	（电子学与信息系统，计算机科学）	（模式识别，计算机应用技术）
3	（工程材料，数理科学）	（物理学 I，物理学 II）	（图书馆学，情报学）
4	（生命科学，管理综合）	（地球物理学和空间物理学，地质学）	（控制理论与方法，计算机应用技术）
5	（工程材料，管理综合）	（数学，计算机科学）	（信号理论与信号处理，计算机应用技术）
6	（信息科学，工程材料）	（地球化学，地质学）	（情报学，科技管理与政策）
7	（数理科学，管理综合）	（电子学与信息系统，自动化）	（凝聚态物性 II ：电子结构、电学、磁学和光学性质，基础物理学）
8	（工程材料，生命科学）	（图书馆、情报与文献学，管理科学与工程）	（凝聚态物性 II ：电子结构、电学、磁学和光学性质，凝聚态物性 I：结构、力学和热学性质.）
9	（数理科学，生命科学）	（管理科学与工程，计算机科学）	（情报学，计算机应用技术）
10	（信息科学，生命科学）	（物理学 II，计算机科学）	（计算机应用技术，计算机网络）

为了更全面、直观地展示学科关联的宏观全貌，基于学科间好友关系绘制桑基图。桑基图（Sankey diagram），也被称为桑基能量平衡图，其基本绘制原理为始末端的分支宽度总和保持相等，即保持能量平衡，作为一种特定类型的流程图，其是展现复杂关系的有效可视化工具。这里，每个竖条表示学科，学科间分支表示好友关系，其宽度与好友数量呈正比，这样能够更直观地跟踪学科间社交关系的扩展与交织格局。桑基图的绘制采用了 ECharts 软件包，其是由百度公司开源的 javascript 可视化图库，具有图表丰富、轻量级、易于开发的优点。

宏观层面，图 3 给出了学科领域间好友关系桑基图。通过对比可以看出，图 3 所展示的在线好友关系宏观模式与表 3 得出的结论基本一致，即信息科学领域“一枝独秀”，成为社交网络最活跃的部分，体现与其他学科领域用户广泛地建立关系的强烈倾向。值得注意的是，地球科学领域社交规模小且对象单一，即主要与信息科学领域用户存在好友关系；将其与社交活跃的管理综合领域相比较，可以发现两者拥有基本相同的用户数量，但是在对外社交的规模、结构上存在巨大反差；可见，在各个方面地球科学领域都表现出偏低的社交倾向。

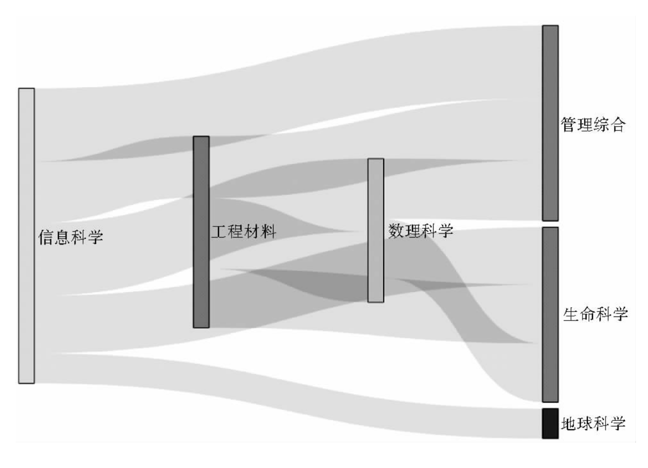


图 3　学科领域间好友关系桑基图

中观层面，图 4 给出了一级学科间好友关系桑基图。依然以计算机科学为例，观察图 4 可知其不但具有数量庞大的外部社交关系，而且表现出关系对象的多样性，几乎与图 4 中近一半的学科存在大规模的好友关系，暗示了该学科成果在科学体系中的应用广泛性，无疑提高了该学科在社交平台的流行度。另外，图书馆、情报与文献学在图 4 中主要与计算机科学、管理科学与工程、宏观管理与政策、电子学与信息系统存在大规模学术社交，反映了在知识结构上与这些学科存在交叉甚至融合。通过社交大数据的追踪和挖掘可以发现学术社交存在大量的跨学科趋势，甚至可能原本认为跨度较大的学科间也呈现了高频交互，例如图 4 中显示的某些工科与文科间的高度关联现象。大范围的学术社交跨学科现象反映了不同科学分支交叉创新发展的趋势。

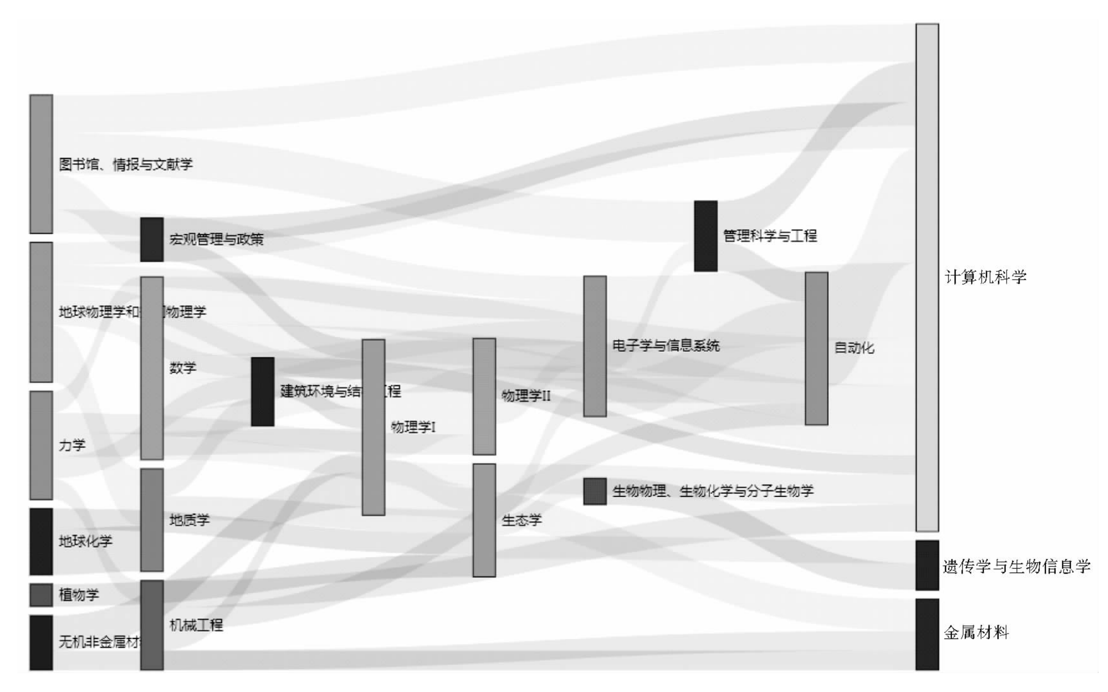


图 4　一级学科间好友关系桑基图

注：为便于分辨，图中仅绘制出用户数量排名前 21 的一级学科

微观层面，图 5 给出了二级学科间好友关系桑基图。相比与图 4 从中观层面揭示的一级学科间跨学科社交特征，图 5 从微观层级更好地展示了二级学科碎片的内聚性。例如，图中最右侧排列了若干用户规模偏小的学科（从流体力学到粒子物理学和场论），其社交目标往往都以知识结构最相近的学科为对象，比如固体力学和流体力学都属于力学的不同分支，全球变化生态学和生理生态学都属于生态学。可见，许多来源于相同上级学科的分支学科用户更倾向在社交平台聚集，他们往往用户规模不大，而且知识结构相近。基于宏观、中观、微观的全面分析，可以发现学术社交模式与学科结构模式具有一定程度正向相关性，即内涵接近的学科间更倾向于发生社交关系，而且学科粒度越细，这种趋势越明显。

3.3　学科社交模式分类

图 6 给出了科学网 6 个学科领域的二维象限图。根据象限区域，大致分为 3 个类别：外向型强势领域（管理综合、工程材料、数理科学）、内敛型强势领域（信息科学）、内敛型弱势领域（生命科学、地球科学）。落于第 I 象限中，意味着同时具备高社交影响力和跨学科性，比如管理综合领域表现最为突出，跨学科性（0.776）、影响力（0.565 7）都最高。第 II 象限中，信息

段庆锋，冯珍. 多级学科视角下我国在线学术社交模式实证研究：以科学网为例［J］. 图书情报工作,2019,63(6):85－96.

图 5　二级学科间好友关系桑基图

注：为便于分辨，图中仅绘制出用户数量排名前 34 的二级学科

科学领域同样具有高影响力，但跨学科性偏低；相对于第 I 象限领域，该领域用户的学术社交相对内敛，领域内的社交倾向更强。第 III 象限中，相对于其他领域，生命科学和地球科学领域表现出社交的低影响力、低跨学科性，尤其地球科学领域的社交影响力最低(0.422)，生命科学领域的社交跨学科性最低(0.692)。值得注意的是：学科宏观层面上，可以发现社交跨学科性与影响力存在正向关联性，社交跨学科倾向高的领域，往往社交影响力水平也较高。

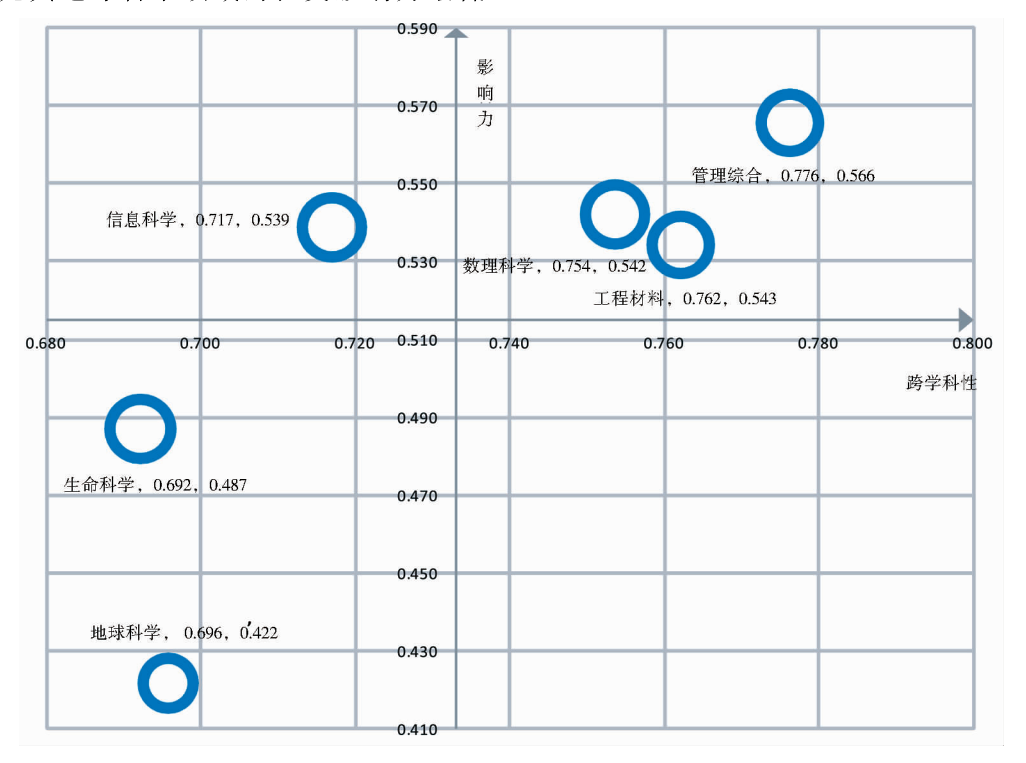


图 6　学科领域社交模式象限图

图 7 给出了一级学科视角的社交模式二维象限图。数量分布上，落于第 IV 象限的一级学科最多、最密集，而第 I 象限的学科偏少，且主要分布于该象限左下角区域。整体上，信息科学领域呈现影响力的两极分布，数理科学领域呈现高影响力、低跨学科性模式，生命科学领域呈现低影响力，管理科学领域呈现鲜明的低影响力、高跨学科性社交特征，工程材料领域呈现跨学科性水平整体适中格局，地球科学领域未明显呈现特定模式。

分领域展开分析如下：①信息科学领域一级学科共 5 个，跨学科性维度分布均衡，但在影响力维度呈现明显两极分化；比如电子学与信息系统、自动化、计算机科学位于图形顶部区域，表现为高影响力，而光学和光电子学、半导体科学与信息器件位于横轴下方，表现为低影响力；值得注意的是计算机科学在所有一级学科中具有最高的社交影响力。②数理科学领域一级学科大部分（除天文学）位于第 II 象限，凸显了高影响力、低跨学科性社交模式。③生命科学领域一级学科数量较多，主要位于图形底部，该领域整体呈现低影响力趋势；以生理学和整合生物学、食品科学为代表的部分学科，则呈现低影响力、高跨学科性。④管理综合领域学科数量多，大部分位于第 IV 象限，整体表现出鲜明的低影响力、高跨学科性模式，反映了文科研究的知识复合性高、多样化特征；位于第 I 象限的管理科学、宏观管理与政策则表现出影响力和跨学科性的双高特征；值得注意的是，只有图书馆、情报与文献学位于第 II 现象，具有同领域其他学科所有没有的低跨学科性，这可能与该学科更强调计算机应用的复合知识结构有关。⑤工程材料领域一级学科分布较为散落，大部分位于纵轴附近，说明它们跨学科性适中，其中机械工程、建筑环境、结构工程具有较高影响力。⑥地球科学领域的 5 个一级学科中，地球化学位于第 I 象限，具有较高跨学科性；地质学、地球物理和空间物理学位于第 II 象限，具有高影响力、低跨学科性；大气科学、海洋科学位于第 III 象限，具有影响力和跨学科性的双低特征。值得注意的是，地质学在全部领域一级学科中具有最低的跨学科性，非常高的学科内部社交倾向导致了相对封闭的学科社群。

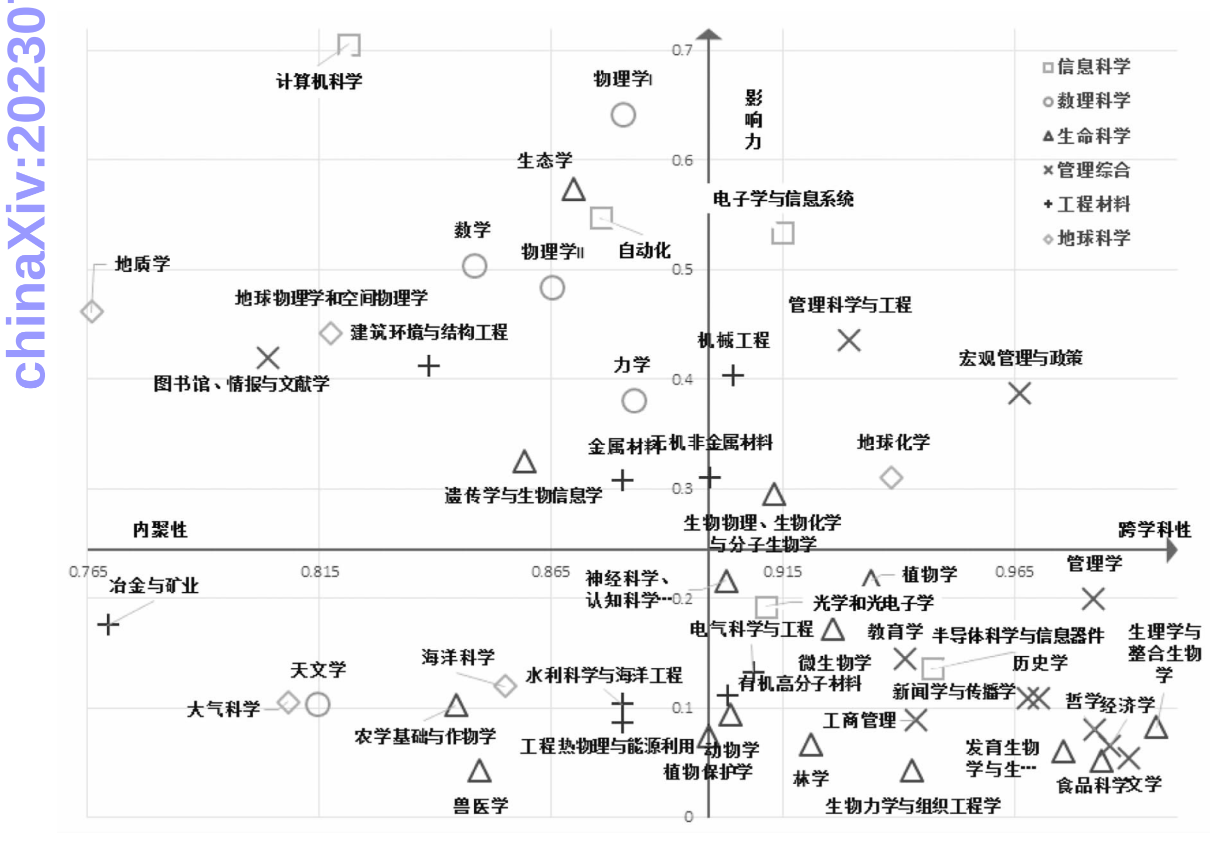


图 7　一级学科社交模式象限图

注：为便于分辨，仅绘制了用户规模排名前 50 的一级学科

图 8 给出了二级学科视角的社交模式象限图。整体数量上,4 个象限的学科分布较为均衡,差距不大,其中管理综合领域二级学科数量最少(2 个),其次是地球科学领域(4 个),再次是工程材料领域(7 个),其他 3 个领域各有 9 个二级学科。从二级学科整体分布上看,数理科学领域呈现高影响力,生命科学领域呈现低影响力,信息科学、工程材料领域呈现分散式分布、无特定明显模式,管理综合与地球科学领域呈现高跨学科性趋势。

按照象限顺序展开分析如下:①第 I 象限中,主要以信息科学领域(计算机网络、信号理论与信号处理)、数理科学(光学、流体力学、计算数学与科学工程)为主,且主要分布在本象限左下方;值得注意的是科技管理与政策位于区域右上角,凸显了其在影响力和跨学科性方面的双高特征。②第 II 象限中,二级学科分布较为稀疏,以数理学科、生命科学领域的二级学科为主,其中基础物理学、凝聚态物性 II 表现最为突出,这两学科在所有二级学科中具有所有最高的影响力。③第 III 象限中,工程材料领域二级学科最多,其他领域各有 1 个二级学科落入该区域;其中结构工程具有明显的低跨学科,遗传学与生物信息学具有最低的影响力。④第 IV 象限的二级学科数量最多、最密集,主要以信息科学(6 个)、生命科学(5 个)领域为主;其中信息科学领域二级学科主要分布在区域上半部分,生命科学领域二级学科主要分布在区域下半部分;值得注意的是生命科学领域有 4 个二级学科都处于整体图形最底部,反映了该领域二级学科具有明显的低影响力特征。

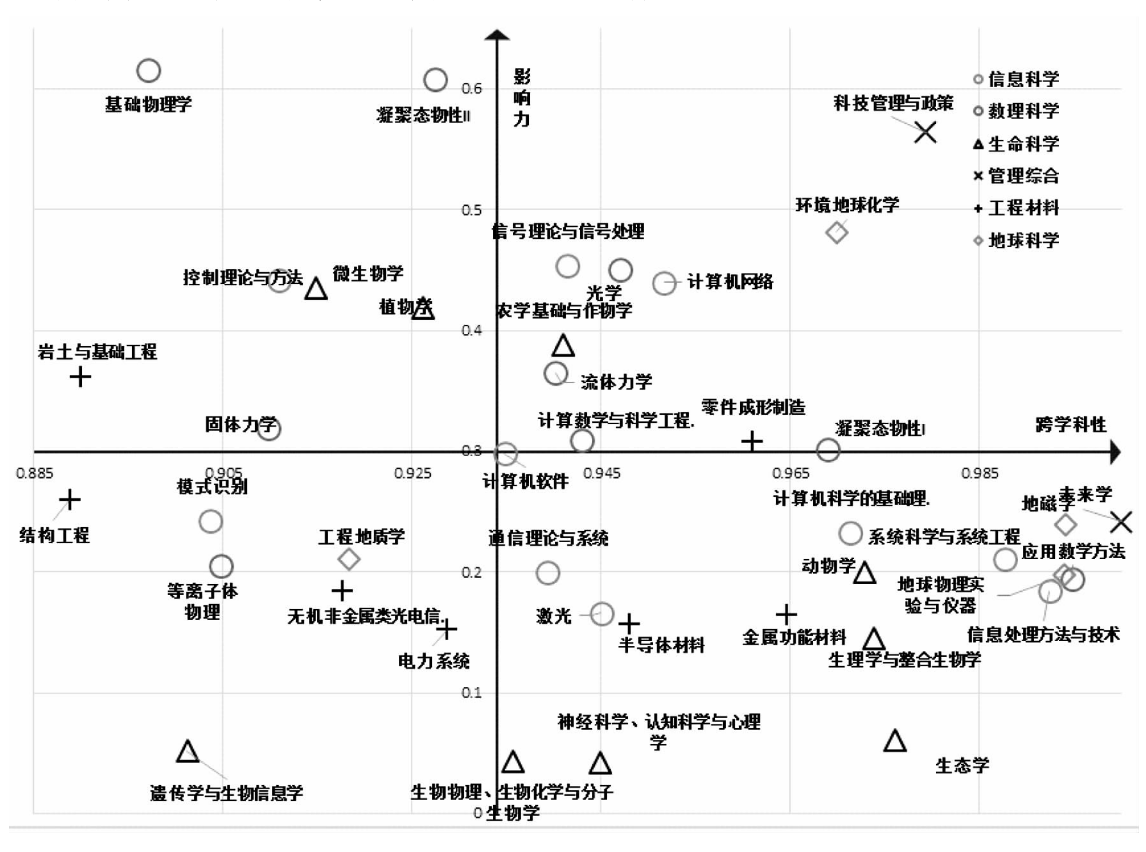


图 8　二级学科社交模式象限图

注:为便于分辨,仅绘制了用户规模排名前 50 的二级学科

不同学科分类层面得出的结果中存在一些相对稳定的模式。比如,管理综合领域呈现很高的跨学科社交倾向,生命科学领域在社交中呈现出低影响力,计算机科学呈现出高影响力特征。这些结论不受分析粒度的影响而改变,凸显了我国学术社交的基本格局。

值得注意的是,各个粒度层面往往呈现出独有特质,甚至展现相反的特征。比如,图 6 中管理综合领域整体上表现出高影响力,生命科学领域整体上表现出低跨学科性;而在图 7 和图 8 中,管理综合领域大部分学科呈现低影响力,生命科学领域学科大部分呈现高跨学科倾向。可见,宏观层面反映了粗粒度下的学科状态的平均水平,难以代表内部每个个体的特征分布,而微观层面反映了细粒度下的学科个体特征,但却可能难以反映整体趋势。不同学科分类层面,可能涌现

不同的社交特征，因此多学科粒度为揭示学术社交全貌提供了有力保障，更适应于科学系统内在复杂性的深入把握。

4　结论与启示

社交平台所记录的科研人员自发性学术社交大数据，为揭示学科偏好提供了便利。以学科为研究的核心对象和分析视角，提出了学术社交数据驱动的学科模式分析框架，主要内容包括社交二元关系分布、社交模式分类，值得注意的是这些研究内容被放置于三级学科体系之下，以便于揭示全景视角下的学科模式。

实证研究以科学网为例，聚焦于好友关系，分别以学科领域、一级学科、二级学科为分类依据，从三级学科视角分析我国学术社交的模式特征，得到以下基本结论：①通过描述性统计分析，可知生命科学领域具有社交规模优势，而管理综合领域具有社交强度优势。②结合统计分析与桑基图展示，可知围绕计算机科学为核心的学科群体成为社交网络的热门学科，比如相关一级学科有自动化、电子学与信息系统、管理科学与工程、图书馆情报与文献学，同样在二级学科分类下也能够得到类似结论。③通过二维象限图开展模式比较，在不同学科视角切换中，可以发现社交模式展现出复杂的多样性，而仅有少数模式能够保持从宏观到微观的稳定一致，比如管理综合领域呈现高跨学科倾向，生命科学领域呈现出低影响力，计算机科学呈现高影响力。

另外，通过研究结论可以得到以下启示：

（1）学术社交模式本质上是科学活动模式的映像。对实证结果进行深入分析，可以发现学术社交模式与当今科学格局存在很大程度的正向相关性。这种关联性并非偶然，而是出现在实证结果的多处。比如，学术社交的学科规模分布与我国学科布局大致一致（表现为工科及医科强、文科弱）；社交关系更容易出现于知识结构接近的学科组合（如计算机与自动化）；社交跨学科与学科知识结构有关系，研究对象复杂性越高，往往学术社交的跨学科倾向也越高（比如生命科学、管理综合领域大部分学科都具有高跨学科性社交倾向）。当然，学术社交并非科学活动本身，两者学科模式也不完全相同，学术社交兼具科学与社交双重属性，丰富了对于知识生产社会化过程的理解。这种线上、线下的学科关联性，为学术社交的进一步研究提供给了理论启发，为科技治理应用提供了逻辑依据。

（2）多学科粒度有助于提供全面可靠的分析视野。实证研究发现随着学科粒度细化，社交模式呈现多样化趋势，某些宏观特征可能掩盖了内部个体的巨大差异，而微观特征可能只能代表个体而不具普世性。只有通过不同学科粒度的缩放比较，才能有效地识别出只存在于特定场景的特殊性，或者抽取出稳定一致的学科特征。比如管理综合领域在宏观、中观、微观学科层面几乎都表现出了稳定的跨学科性社交倾向，但在一级学科视角下，图书馆情报和文献学却成为该领域中的个别“奇异点”，呈现相反的社交学科内部化倾向。这种多学科粒度视角的分析结果形成了相互支撑、补充的社交模式全景式展示，加强了结果的解释力度。另外，已有文献中存在的分歧性结果及观点，除了样本不同的原因之外，还可能源于不同的分析视角，这说明有必要开展多学科粒度视角的对比检验，以便于促进学界共识的达成。

（3）丰富的社交大数据拓展了发现学科动态的途径。研究结果说明学术社交能够在一定程度上有助于揭示科学现状及趋势。传统科学监测数据源主要以公开发表科技文献为主，虽然在准确性、可靠性方面具有明显优势，但是仍存在出版周期滞后、依赖于传统期刊媒介、局限于引用及合著行为的不足，也引起了学界及公众的质疑。事实上，学术社交能够很大程度上弥补传统研究手段的不足，其蕴含了传统期刊无法承载的多元信息，具有数据类型多样化、反馈即时性等优势。本文只是从学科角度开展的初步尝试，针对学术社交的研究还不成熟、其丰富价值并没有得到充分挖掘利用，尤其在科学的监测、预测、评价方面具有广阔的研究及应用前景。

综上所述，本文贡献体现于理论和实践两个层面。理论上，提出了学术社交大数据驱动的学科模式分析框架、指标，尤其开展三级学科分类的比较，弥补了已有研究不足。实践上，以科学网为对象，揭示了我国学术社交的学科结构及分布，丰富了针对我国学术社交的特征认知。

当然，本文也存在难以避免的局限性：一是本研究直接采用了科学网的学科体系设计，虽然该体系与国家的学科目录具有相似逻辑和较高兼容性，并不影响最终定性结果，但未来研究仍有必要将其转化为我国标准学科分类体系，以进一步提高结果可比性。二是研究结论建立在好友关系基础之上，下一步研究有必要考虑更多类型的社交行为，进一步检验结论普适性和可靠性。

参考文献：

［1］韩文，刘畅，雷秋雨. 分析学术社交网络对科研活动的辅助作用——以 researchgate 和 academia. Edu 为例［J］. 情报理论与实践，2017，40(8)：105－111.

［2］周庆山，杨志维. 学术社交网络用户行为研究进展［J］. 图书情报工作，2017，61(16)：38－47.

［3］张耀坤，张维嘉，胡方丹. 中国高影响力学者对学术社交网站的使用行为调查——以教育部长江学者为例［J］. 情报资料工作，2017(3)：96－101.

［4］赵杨，李露琪. 国内外学术社交网络研究现状述评与思考［J］. 情报资料工作，2016(6)：41－47.

［5］刘春丽，何钦成. 不同类型选择性计量指标评价论文相关性研究——基于 mendeley、f1000 和 googlescholar 三种学术社交网络工具［J］. 情报学报，2013，32(2)：206－212.

［6］OH J S，WEI J. Groups in academic social networking services——an exploration of their potential as a platform for multi-disciplinary collaboration［C］//IEEE third international conference on privacy，security，risk and trust. Boston：IEEE，2011：545－548.

［7］JIANG J，NI C，HE D，et al. Mendeley group as a new source of interdisciplinarity study：how do disciplines interact on mendeley?［C］//Proceedings of the 13th ACM/IEEE-CS joint conference on digital libraries. Indianapolis：ACM，2013：135－138.

［8］JENG W，HE D，JIANG J. User participation in an academic social networking service：a survey of open group users on Mendeley［J］. Journal of the American Society for Information Science and Technology，2015，66(5)：890－904.

［9］MOHAMMADI E，THELWALL M. Mendeley readership altmetrics for the social sciences and humanities：research evaluation and knowledge flows［J］. Journal of the American Society for Information Science and Technology，2014，65(8)：1627－1638.

［10］THELWALL M，KOUSHA K. Researchgate articles：age，discipline，audience size，and impact［J］. Journal of the Association for Information Science & Technology，2017，68(2)：468－479.

［11］耿斌，孙建军. 在线学术社交平台的用户行为研究——以 researchgate 平台南京大学用户为例［J］. 图书与情报，2017(5)：47－53.

［12］邓胜利，向阳. 基于学术社交网络的文献阅读及学科关注点差异研究［J］. 图书情报工作，2017，61(6)：99－106.

［13］侯治平，黄少杰，李昕宸，等. 学术事件社交网络结构及信息传播规律研究——以科学网屠呦呦获诺贝尔奖博文为例［J］. 情报资料工作，2017(5)：34－41.

［14］邹儒楠，于建荣. 数字时代非正式学术交流特点的社会网络分析——以小木虫生命科学论坛为例［J］. 情报科学，2015(7)：81－86.

［15］段庆锋. 我国科研人员在线学术社交模式实证研究：以科学网为例［J］. 情报杂志，2015(9)：97－101.

［16］THELWALL M，KOUSHA K. Academia. Edu：Social network or academic network?［J］. Journal of the Association for Information Science & Technology，2014，65(4)：721－731.

［17］VAN N R. Online collaboration：scientists and the social network［J］. Nature，2014，512(7513)：126－9.

［18］黄颖，高天舒，王志楠，等. 基于 Web of Science 分类的跨学科测度研究［J］. 科研管理，2016，37(3)：124－132.

［19］PORTER A L，COHEN A S，ROESSNER J D，et al. Measuring researcher interdisciplinarity［J］. Scientometrics，2007，72(1)：117－147.

［20］段庆锋，潘小换. 利用社交媒体识别学科新兴主题研究［J］. 情报学报，2017，36(12)：1216－1223.

［21］段庆锋，朱东华. 基于合著与引文混合网络的协同评价方法研究［J］. 情报学报，2012，31(2)：189－195.

［22］张帅，李晶，王文韬. 学术社交网站用户社交不足的影响机理：基于质性方法的探索［J］. 图书情报工作，2018，62(4)：81－88.

作者贡献说明：

段庆锋：负责选题、数据分析、实证研究及论文撰写；
冯珍：对论文提出修改意见。

Empirical Research on the Pattern of Online Academic Social Networking in Views of Multilevel Discipline Categories in China：A Case of Science Net

Duan Qingfeng　Feng Zhen
School of Management，Shanxi University of Finance & Economics，Taiyuan 030006

Abstract：［**Purpose/significance**］Online academic social networking provides an effective way and novel views to quickly monitor the trend of science development and deeply understand scientific implication.［**Method/process**］An analytic framework was proposed to find the pattern of academic social networking in China by tracing the relations among all pairs of disciplines，with the comparisons in the two dimensions of impacts and trans-disciplines respectively. Furthermore，empirical research was conducted by using samples from the platform Science Net，in views of three levels of disciplines categories respectively，i. e. field of disciplines，first-level disciplines，second-level disciplines，in which friend relationship was concerned.［**Result/conclusion**］Firstly，it was found that field of life sciences shows an advantage in size of users registered in the online platform，while field of comprehensive management presents an advantage of tendency

to carry out academic social networking, with method of descriptive statistics. Secondly, in term of method combining statistics analysis and Sankey diagram, it was found that a group of relevant disciplines belonging to the first level disciplines, with computer sciences as their core position, have become hot disciplines in social networking, such as automation, electronics and information system, management science and engineering, library information and philology. Lastly but not least, based on the two-dimensional quadrant diagram, conclusions came out that discipline pattern of academic social networking show the characteristics of diversity and dynamics during the switching among three levels of disciplines, and only a few patterns can be stable all the time. For examples, field of comprehensive management exceedingly tend to be trans-disciplines in academic social networking, high impacts would turn out in the field of life sciences, but low impacts in the first level discipline of computer science.

Keywords: academic social networking　multilevel discipline categories　science net